

SYSTAT PROCESSING FINISHED
INPUT STATEMENTS FOR THIS JOB:

```
USE C:TIR
OUTPUT@
MODEL TIR= CONS+k+h+k*h
MODEL TIR= CONSTANT +H+K+H*K
ESTIMATE
MODEL TIR= CONSTANT+H+H*K
ESTIMATE
MODEL TIR= CONSTANT+H1+H1*K1
ESTIMATE
MODEL TIR= CONSTANT+H1+H1*K
ESTIMATE
MODEL TIR=CONSTANT+H+H*K1
ESTIMATE
MODEL DELTA1=CONSTANT+H+H*K
ESTIMATE
MODEL DELTA5=CONSTANT+H+H*K
ESTIMATE
MODEL DELTA6=CONSTANT+H+H*K
ESTIMATE
MODEL DELTA11=CONSTANT+H+H*K
ESTIMATE
MODEL DELTA11=CONSTANT+H
ESTIMATE
MODEL DELTA11=H
ESTIMATE
MODEL DELTA11=H1
ESTIMATE
MODEL DELTA12=H
ESTIMATE
MODEL DELTA2=CONSTANT +H+K+H*K
ESTIMATE
MODEL DELTA2=CONSTANT+H+H*K
ESTIMATE
MODEL DELTA13=CONSTANT+H
ESTIMATE
MODEL DELTA13=H
ESTIMATE
MODEL DELTA 14=h
MODEL DELTA14=H
ESTIMATE
MODEL DELTA14=H1
ESTIMATE
MODEL DELTA11=CONSTANT +H*H
ESTIMATE
MODEL DELTA11=CONSTANT+K+H+K*H
ESTIMATE
MODEL DELTA11=K*H
ESTIMATE
MODEL DELTA11=K1*H1
ESTIMATE
MODEL DELTA11=K*H1
ESTIMATE
```

SISTEMA EXPERTO PARA LA BOLSA DE VALORES

JOSE ANTONIO ABADIA

Ingeniero Eléctrico, Universidad del Valle. Master en Ingeniería Eléctrica y Computadores, Universidad de Carolina del Sur, EE.UU. Estudios en Ingeniería Industrial y Sistemas, Universidad del Valle. Profesor Univalle - ICESI - Docente, Autor.

RESUMEN

La aplicación de la tecnología de los sistemas expertos en los negocios aumenta cada día más con la aparición de nuevas herramientas y con la importancia indiscutible que tiene en la toma de decisiones el manejo adecuado de la información y el conocimiento en las organizaciones.

Este artículo presenta el desarrollo de un modelo y su prototipo de sistema experto para las transacciones en la bolsa de valores. Se incluye una descripción breve de los sistemas expertos en los negocios, las características más importantes a tener en cuenta cuando se decide invertir en un papel en la bolsa, el diseño y justificación del modelo, el sistema experto obtenido, el sistema de información financiera desarrollado y sus resultados.

1. SISTEMAS EXPERTOS EN LOS NEGOCIOS

Una buena parte de los resultados prácticos de los proyectos de la inteligencia artificial puede atribuirse a la robótica y a los sistemas expertos. Los sistemas expertos son sistemas basados en el computador y el conocimiento humano instrumentados para resolver problemas que pueden alcanzar un nivel de desempeño comparable al que tendría un especialista humano en el dominio de un problema específico.

Hoy en día existen sistemas expertos en la mayoría de las ramas del saber humano. Se han creado también herramientas, llamadas conchas o shells, que facilitan el desarrollo de estos sistemas. En los negocios y la industria estas herramientas han sido particularmente exitosas porque se puede entrar al desarrollo de sistemas

expertos sin grandes conocimientos de computadores y en forma económica. Ejemplos de estas herramientas son: PERSONAL CONSULTANT (de la Texas Instruments), ESIE (Lightware Consultants), ALLEX, EMYCIN, EXSYS, GURU, etc.

En la tabla 1 se muestran algunos de los sistemas expertos más conocidos y su área de aplicación.

2. LOS TITULOS VALORES DE LA BOLSA

La Bolsa de Valores es: "Un establecimiento público o privado, autorizado por el gobierno nacional, donde se reúnen los miembros que conforman la bolsa con el fin de realizar las operaciones de compraventa de títulos valores por cuenta de sus clientes especialmente. Sitio público donde se realizan las reuniones de la bolsa o se

efectúan las operaciones de la misma". (33).

La definición de título valor es como sigue (33):

"Es un documento negociable, representativo de un valor o compromiso económico entre el girador o emisor del documento y el propietario o tenedor del mismo".

Los títulos valores que se transan en la bolsa se pueden clasificar en papeles de renta fija y papeles de renta variable.

Los de renta fija son aquellos cuyo rendimiento puede determinarlo el inversionista en el momento de su adquisición o negociación en el mercado bursátil. Los de renta variable son aquellos cuyo rendimiento puede determinarse solamente en el momento de su redención o estimarse en el momento de su adquisición.

TABLA 1

SISTEMA	APLICACION
AQII	Diagnóstico de enfermedades en las plantas.
CADUCEUS	Diagnóstico médico (enfermedades no relacionadas).
CASNET	Consulta médica (glaucoma).
DENDRAL	Hipótesis de estructuras moleculares a partir de espectrogramas de masa.
DIPMETER ADVISOR	Exploración de petróleo.
EL	Análisis de circuitos eléctricos.
INTERNIST	Consulta médica (medicina interna).
KMS	Consulta médica.
MACSYMA	Manipulación de fórmulas matemáticas.
MDX	Consulta médica.
MOLGEN	Planeación de experimentos con DNA.
MYCIN	Consulta médica (enfermedades infecciosas).
PROSPECTOR	Exploración mineral.
PUFF	Consulta médica (enfermedades de pulmón).
R1	Configuración de computadores.

Los títulos valores pueden tener liquidez primaria y/o secundaria. La liquidez es primaria cuando sólo puede negociarse el título ante la entidad emisora. La liquidez secundaria significa que un poseedor de un título puede venderlo a otra persona en el mercado de valores, siendo esta última la que va a beneficiarse en el momento de la redención del mismo.

Un título valor siempre tendrá entonces liquidez primaria y no necesariamente secundaria.

2.1 Títulos valores de rendimiento fijo

Se pueden distinguir entre éstos, los que pagan una rentabilidad fija, determinada por el descuento entre el valor de adquisición y el valor de redención (valor nominal). También están aquellos que pagan una rentabilidad mediante intereses periódicos. El precio de adquisición de éstos es fijo y lo establece la entidad emisora (mercado primario). Mediante los conceptos de Valor Presente Neto (VPN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) se puede determinar la rentabilidad de cada papel.

Además de la diferencia que existe entre los papeles que generan intereses fijos con descuento o sin él, pueden ser clasificados por el plazo (tiempo que transcurre hasta el vencimiento del título). Se distinguen entonces títulos de corto y largo plazo. Los de corto plazo son aquellos cuyo vencimiento se da en un período menor o igual a un año. Los otros, con un espacio de tiempo mayor del año.

Las características a tenerse en cuenta para el estudio de estos títulos son las siguientes:

- Entidad emisora del título.
- Objetivo. Razón por la cual se emite el título. Los dineros captados se pueden destinar bien sea para otorgar créditos a diferentes sectores de la economía o para la financiación de proyectos específicos de la entidad que los emite.
- Expedición. Se describe la modalidad de la expedición, la cual puede ser para títulos nominativos en los cuales el nombre del propietario queda registrado en la entidad emisora, o títulos emitidos a la orden, es decir, libremente negociables por endoso.
- Valor nominal. Valor mínimo con el cual se emiten, y fraccionamiento.
- Liquidez. El título puede tener liquidez primaria en la entidad emisora antes de su vencimiento y/o secundaria en el mercado de las bolsas de valores del país.
- Tratamiento fiscal. Se especifica si el título es gravable o no (retención en la fuente) y de cuánto es este valor.
- Rendimiento. Rendimiento anual y forma de pago.

Los títulos valores de rendimiento fijo seleccionados para el estudio son los siguientes:

- Certificados Cafeteros Valorizables.
- Certificados Eléctricos Valorizables.
- Títulos de Ahorro Nacional "TAN" Clase A.
- Títulos de Participación Clase B.
- Nuevas Cédulas de Inversión BCH 5 años.
- Títulos Energéticos de Rentabilidad Creciente TER
- Certificados de Depósito a Término (CDT).
- Papeles Comerciales.

2.2. Títulos valores de rendimiento variable

El rendimiento de estos títulos sólo puede estimarse en el momento de su adquisición. Para hacer esta estimación se deben tener en cuenta las tendencias del mercado de éstos, así como las circunstancias particulares de la economía.

Las condiciones de pago de rentabilidad de estos títulos así como su adquisición, son muy variadas. Por ejemplo, al invertir en acciones se pueden recibir o no dividendos extraordinarios por cada acción que se posea; para los bonos convertibles en acciones se reciben intereses periódicos, etc.

Las características a tener en cuenta en esta clase de títulos son básicamente las mismas que se utilizaron para los de renta fija.

Los títulos valores de rendimiento variable seleccionados para el estudio son los siguientes:

- Certificados de Cambio.
- Certificados de Reembolso Tributario (CERT).
- Bonos Convertibles Obligatoria-mente en Acciones.
- Acciones.

3. EL MERCADO BURSÁTIL Y SU INFLUENCIA EN EL ANALISIS DE ALTERNATIVAS

El mercado bursátil en Colombia está conformado por las bolsas de valores de Bogotá, Medellín y Cali. Este es el mismo mercado secundario donde se transan la mayoría de los títulos valores emitidos por entidades públicas y privadas.

El movimiento del mercado bursátil, producto de las transacciones que allí se realizan, es un reflejo del desarrollo de la economía. Los resultados de este desarrollo son expresados mediante los Indicadores Bursátiles.

Los Indicadores Bursátiles sirven como herramienta para las personas que desean colocar su dinero en bolsa debido a que permiten conocer las tendencias de los precios, la negociabilidad de los títulos valores, etc.

En Colombia se utilizan varios índices con este propósito, entre los que se destacan el Índice del Banco de la República, el Índice Vallejo y el Índice de la Bolsa de Bogotá.

El comportamiento de estos indicadores puede ser conocido por el público en general mediante los diferentes informes económicos que publican las entidades especializadas.

Según Corredores Asociados (34) el empleo de los indicadores no está muy difundido en el país y sólo unos pocos los utilizan.

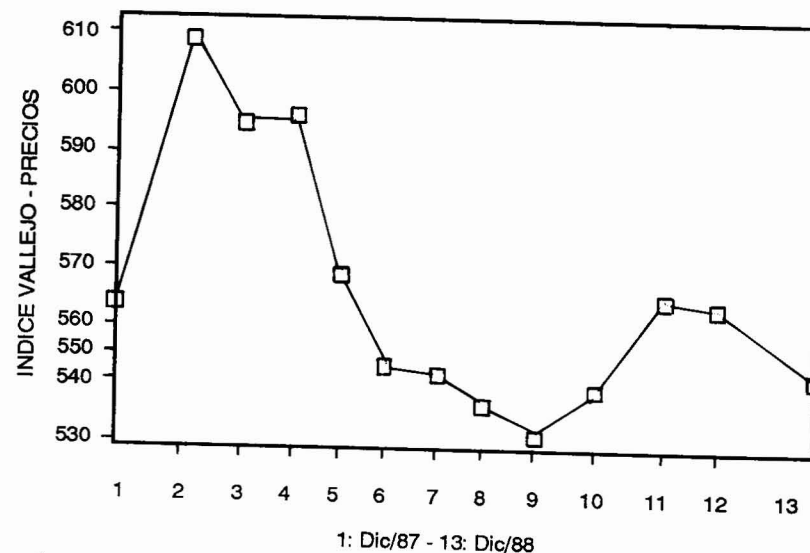
Para el caso del comportamiento de los precios de las acciones se puede observar en la figura 1 el Índice Vallejo calculado para el mercado global durante 1988 (el Índice Vallejo tiene como fecha base a diciembre de 1977, en la cual se tomó el valor 100). Como puede observarse, los precios de las acciones presentan una tendencia a la baja, hecho que podría hacer que un inversionista se decidiera a no colocar su dinero en dichos títulos.

El mercado, según las tendencias de estos índices, se puede clasificar como (34):

- Ofrecido. Cuando bajan los precios por el predominio de la oferta sobre la demanda.
- Sostenido. Cuando hay equilibrio entre la oferta y la demanda, presentándose estabilidad en los precios, o pequeñas fluctuaciones que se equilibran como resultado final.

FIGURA 1. PRECIO DE LAS ACCIONES 87 - 88

FUENTE (37)



- Firme. Cuando se registra un aumento de precios como consecuencia de una mayor demanda de acciones, o simplemente por escasez de vendedores.

El caso de la figura 1 es el de mercado ofrecido, las transacciones registraron un comportamiento desfavorable durante 1988.

Algunas de las causas que originaron dicho comportamiento son (37):

La iliquidez general del sistema financiero.

La confusión que podrían crear las medidas tributarias fue claramente su-
bestimada por el gobierno.

Durante el segundo semestre se presentó una nueva crisis de confianza por las defraudaciones de algunas sociedades corredoras de bolsa.

Otro factor importante a tener en cuenta es la devaluación. Al final de los años 88, 89 y 90 se presentó la mayor devaluación, influyendo a los inversionistas en la adquisición de títulos del Emisor (Banco de la República) representativos en dólares.

Aunque los resultados de los balances de las empresas son favorables, las acciones aún continúan representando un porcentaje muy pequeño del mercado bursátil (37). El índice general de precios presentó una caída

del 3.5% (figura 1). De todas maneras, "la confianza de los inversionistas en las empresas se reflejó en el comportamiento de los Papeles Comerciales (deuda) de Coltejer y de los bonos de compañías industriales y corporaciones financieras" (37).

Es una realidad que el mercado accionario está manejado por unos pocos. La concentración continúa siendo el denominador común de la propiedad accionaria; se da el caso de que el 85% de las nuevas emisiones sea adquirido por los antiguos accionistas (39). Se presenta en este caso la Rentabilidad por Derechos de Suscripción, que "radica básicamente en el hecho de que al comprar nuevas acciones que emita una sociedad (emisión primaria), ejerciendo el derecho preferencial de suscripción, el precio que se paga por la acción es normalmente menor que el precio al cual se podría comprar la misma acción en el mercado de valores" (34).

Para determinar la facilidad de comprar o vender cualquier acción inscrita en el mercado, se consulta el Índice de Liquidez Bursátil, que se define como la relación entre las acciones transadas en un período determinado, generalmente un año, y las acciones pagadas y en circulación de una sociedad.

Al ser la rentabilidad un factor de peso en el momento de tomar una decisión de inversión, se presentan como alternativas buenas aquellas que ofrecen una rentabilidad por encima de la Tasa de Captación de C.D.T. de corporaciones financieras (DTF). Es el caso de los Papeles Comerciales (34). Es una opción con un nivel de seguridad alto, debido a que las sociedades emisoras de éstos deben estar inscritas en la bolsa de valores y, además de otros requisitos exigidos por la Comisión Nacional de Valores, demostrar que pueden cumplir con el compromiso que van a adquirir.

Las condiciones anotadas dan certeza a los inversionistas que deseen colocar en estas alternativas de renta fija, quienes tendrán liquidez asegurada (primaria en cualquier día durante su vigencia) y un rendimiento acorde con las condiciones del mercado (41).

Según el boletín Índice Vallejo, la tradición y solidez de las empresas inscritas en bolsa serán un incentivo para la adquisición de títulos valores como los Papeles Comerciales.

Los Certificados de Depósito a Término presentan una mayor afluencia de vendedores al mercado y es la alternativa cuyo monto mínimo de inversión le permite acceder a más inversionistas para adquirirlos.

En el mercado de valores las alternativas preferidas para colocar a largo plazo son los Bonos Ordinarios, los TER y las Nuevas Cédulas de Inversión.

Aunque se mencionó que el mercado de acciones no representa en alto grado el mercado bursátil, en este año se han dinamizado las transacciones, indicando el creciente interés por las acciones como alternativas (42).

En conclusión, la información disponible acerca de la entidad emisora del título valor, y del comportamiento de éste en la bolsa, en el momento de tomar una decisión de inversión es lo más importante. El conocimiento en este sentido del experto comisionista de bolsa es de vital importancia.

4. DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

El problema a tratar supone lo siguiente:

- Existe un experto en inversiones en la bolsa.

- Existe un cliente que consulta a dicho experto.

El cliente va donde el experto comunicándole que tiene algún dinero a invertir en títulos valores de la bolsa.

Para que el experto pueda tomar una decisión, debe interrogar al cliente en cuanto a las expectativas que éste tiene, con respecto a la inversión, analizando los siguientes factores:

4.1 Hechos aportados por el cliente

-Plazo. Se debe conocer el tiempo máximo que el cliente está dispuesto a invertir su dinero en un título. Entonces se determina el plazo.

Si el tiempo es menor o igual a un año, se considera la inversión a corto plazo; si es mayor, entonces es a largo plazo.

En uno u otro caso, se seleccionan las alternativas que cumplan con este requisito. Existe la posibilidad de que para el cliente no sea de mayor importancia el tiempo que vaya a estar sin su dinero; por lo tanto, cualquier alternativa podrá ser viable.

En este punto entra a jugar un papel muy importante la finalidad de la inversión. Si el cliente va a invertir por especular (quiere ganar rápidamente una buena suma de dinero), entonces se tendrán en cuenta papeles de corto plazo o acciones cuyos precios fluctúen rápidamente en la bolsa.

En el caso de que el cliente desee hacer una inversión sostenida, se podría recomendar que invirtiera su dinero en papeles de largo plazo, en acciones por tiempo prolongado, ya que las empresas sólidas pagan dividendos periódicamente.

-Seguridad. Se plantea al cliente la posibilidad de invertir en empresas

menos seguras que otras pero con mayor rentabilidad. El cliente puede entonces escoger entre correr algún riesgo y obtener una rentabilidad alta por su dinero, o no correr ningún tipo de riesgo sacrificando entonces un poco la rentabilidad invirtiendo en el sector público (por ejemplo).

Es un hecho que el sector privado ofrece tasas de captación más altas la mayoría de las veces.

Se encuentra una relación seguridad/rentabilidad inversamente proporcional.

-Necesidad de recibir renta. Hay casos en los que el cliente desea recibir una cantidad periódica fija. Esta es una característica de algunos papeles que liquidan los intereses periódicamente. En este caso se reduce la cantidad de alternativas sólo a aquellas que cumplen con la condición.

4.2 Razonamiento aportado por el experto

Después de tener en cuenta los puntos descritos en 4.1, se tiene ya una gama menor de alternativas de inversión. Es de resaltar que en este momento ya se han analizado las expectativas del cliente en cuanto a lo que él necesita y lo más probable es que en el razonamiento siguiente el experto vuelva a preguntarle algunas otras cosas.

Para eliminar más alternativas, el experto hace uso de todo su conocimiento acerca del mercado bursátil y del comportamiento de la economía.

Al tener ya un grupo reducido de alternativas existe la posibilidad de que el experto seleccione una de ellas debido a que ya se le han presentado casos similares con anterioridad. El experto entonces daría su recomendación y expondría al cliente las caracte-

rísticas específicas de la alternativa seleccionada.

En el caso de que el experto requiera un análisis adicional de las alternativas que le quedan debido a que no tiene perfecto conocimiento de las empresas que representan éstas, aplica técnicas de análisis financiero con el fin de determinar la o las alternativas que satisfacen más convenientemente las necesidades del cliente.

Dicho análisis no lo repetirá el experto en casos posteriores con alternativas ya analizadas previamente siempre y cuando no hayan pasado más de 6 meses o las condiciones de la economía se mantengan estables (*).

Debido a que el cliente puede no estar de acuerdo con la alternativa propuesta por el experto, este último le provee de otras alternativas de menos o igual confianza que la inicialmente planteada.

Se analizan entonces una a una con el fin de satisfacer las expectativas del cliente exponiéndole el experto las bondades de la alternativa escogida con respecto a las demás.

4.3 Evaluación de los indicadores financieros

Esta evaluación se hace con el fin de poder emitir un concepto negativo o positivo de la empresa representada por el título valor (alternativa).

Como se mencionó en 4.2, se hace el análisis en el caso de no conocer una o varias de las empresas.

En el mercado de las bolsas de valores se encuentran títulos repre-

sentativos de diversidad de empresas del país. En el momento de hacer una evaluación, hay que tener en cuenta la actividad económica de la empresa, ya que esto incide en el comportamiento de los rubros de los estados financieros.

Se pueden distinguir entonces dos grandes grupos:

- Empresas industriales y comerciales
- Empresas financieras (bancos y corporaciones financieras).

Un ejemplo del comportamiento diferente de los rubros puede ser el siguiente:

En las entidades financieras las inversiones son continuas, este caso no necesariamente se da en las empresas industriales; además, la cartera en las primeras es bastante alta, no indicando esto que pueda existir un mal manejo de sus ventas debido a que ésta es la actividad que las identifica.

Debido a las razones mencionadas, se han escogido diferentes indicadores financieros para hacer la evaluación de las empresas industriales y financieras (ver Tablas 2 y 3).

Los indicadores que aparecen en las tablas mencionadas se seleccionaron teniendo como base (en parte) la disponibilidad de la información de los estados financieros de cada empresa, es decir, se tomaron aquellos indicadores que podían ser calculados con la información que proveen las bolsas de valores sobre las empresas que tienen inscritas (35).

TABLA 2. RAZONES FINANCIERAS EMPRESAS INDUSTRIALES Y COMERCIALES

RAZON	FORMULA PARA EL CALCULO
I LIQUIDEZ - Rápida o Prueba del ácido	$\frac{(\text{Activo corriente} - \text{Inventario})}{\text{Pasivo corriente}}$
II APALANCAMIENTO - Endeudamiento - Rotación del interés	$\frac{\text{Pasivo total}}{\text{Activo total}}$ $\frac{(\text{Utilidad antes de impuestos} + \text{Gastos por Intereses})}{\text{Gastos por intereses}}$
III ACTIVIDAD - Rotación de inventarios - Período promedio de cobro - Rotación del activo fijo - Rotación del activo total	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Inventarios}}$ $\frac{\text{Cuentas por cobrar}}{\text{Ventas diarias}}$ $\frac{\text{Ventas}}{\text{Activo fijo}}$ $\frac{\text{Ventas}}{\text{Activo total}}$
IV PRODUCTIVIDAD - Margen de utilidad sobre ventas - Rendimiento sobre activo total - Rendimiento sobre capital contable	$\frac{\text{Utilidad neta después de impuestos}}{\text{ventas}}$ $\frac{\text{Utilidad neta después de impuestos}}{\text{Activo total}}$ $\frac{\text{Utilidad neta después de impuestos}}{\text{Capital contable}}$

(*) Por lo general, los estados financieros se publican cada seis meses.

TABLA 3. RAZONES FINANCIERAS BANCOS Y CORPORACIONES FINANCIERAS

RAZON	FORMULA PARA EL CALCULO
I INDICADORES DE RENTABILIDAD	
- Rentabilidad operac. del patrimonio	$\frac{\text{Utilidad operacional/ (Capital pagado + Reserva legal + Aportes Gobierno Nal.)}}{\text{Capital pagado + Reserva legal + Aportes Gobierno Nal.}}$
- Rentabilidad operac. de los activos	$\frac{\text{Utilidad operacional/ (Activos totales + valorizaciones + Provisión dudoso recaudo + Abonos aplicar obligaciones al cobro).}}{\text{Activos totales + valorizaciones + Provisión dudoso recaudo + Abonos aplicar obligaciones al cobro.}}$
II INDICADORES DE CRECIMIENTO	
- Crecimiento anual activos totales	$\frac{\text{(Activos a}j \text{ o N/Activos a}j \text{ o N-1) -1}}{\text{Activos a}j \text{ o N-1}}$
- Crecimiento anual de los depósitos	$\frac{\text{(Depósitos a}j \text{ o N/Depósitos a}j \text{ o N-1) -1}}{\text{Depósitos a}j \text{ o N-1}}$
III INDICADORES DE SOLVENCIA PATRIMONIAL	
- Capital neto	$\frac{\text{(Capital pagado + Reserva legal + Aportes gobierno nacional + Reservas -deudas dudoso recaudo)/ Capital pagado + Reserva legal + Aportes gobierno}}{\text{Capital pagado + Reserva legal + Aportes gobierno}}$
- Capitalización efectiva	$\frac{\text{(Patrimonio real + Bonos conv. en acciones)/ Activos totales}}{\text{Activos totales}}$
IV INDICADORES DE EFICIENCIA	
- Margen de utilidad	$\frac{\text{Utilidad neta/ Ingresos brutos}}{\text{Ingresos brutos}}$
V INDICADORES DE RIESGO	
- Calidad de las colocaciones	$\frac{\text{(Deudas dudoso recaudo)/ (Créditos ML y ME + Provisión deudas dudoso recaudo)}}{\text{(Créditos ML y ME + Provisión deudas dudoso recaudo)}}$

5. DISEÑO DEL MODELO

5.1 Prototipo del sistema experto

En el numeral anterior se dice que un cliente consulta directamente al experto en el área. Un objetivo de este trabajo, entre otros, ha sido el de tratar de hacer un poco menos indispensable la presencia física del experto en la consulta en una primera fase o liberar al experto del análisis numérico detallado o servirle de asesor en esta etapa a él o a comisionistas menos expertos en el área. De aquí parte la importancia de crear la base de conocimientos del sistema experto.

Entonces, el modelo funcional del sistema parte del hecho de que el usuario directo es una persona con ciertos conocimientos en el área financiera que comprende toda la terminología del caso. Al consultársele, esta persona se apoyará en el sistema para poder dar una recomendación de inversión.

En la figura 2 se muestra el flujo de información utilizado en la construcción del prototipo.

La parte de la figura encerrada en líneas punteadas, es proveída por el *Shell* (interfase con el usuario, motor inferencial, subsistema de adquisición y actualización de conocimientos y la estructura de la base de conocimientos).

En el desarrollo del sistema, se trabajó con el experto humano en la obtención de los puntos relevantes a tener en cuenta en una consulta y el método de razonamiento utilizado. (Experto: Dr. Luis F. Suárez, Director del Fondo de Empleados de Carvajal S.A.)

Es de resaltar que ésta es la parte quizás más importante en el desarrollo de un sistema experto ya que es la base para la formulación de las reglas a utilizar.

El intercambio de información fue permanente durante más de cuatro meses.

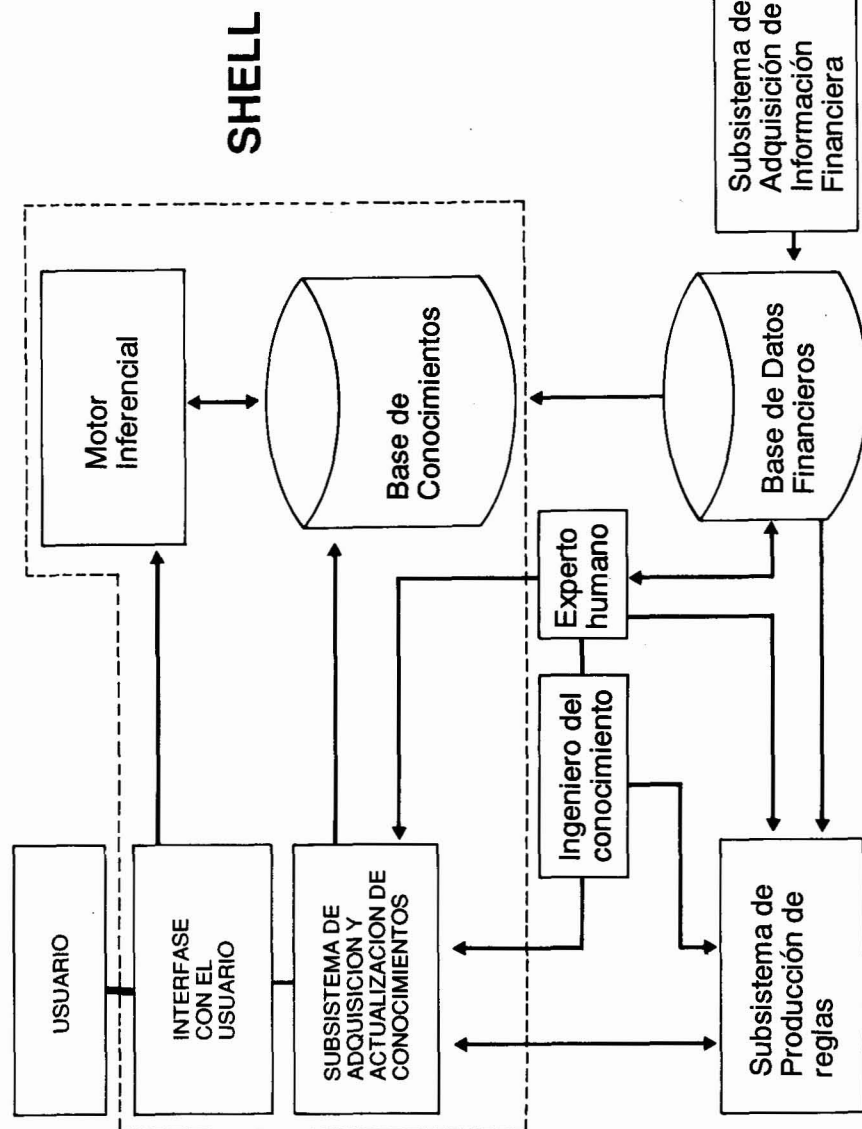
El subsistema de producción de reglas mencionado en la figura 2, comprende la interacción del experto y el ingeniero del conocimiento. Este subsistema está conectado a la Base de Datos Financieros indicándose con esto que varias de las reglas que se deducen se apoyan en datos del momento.

Las reglas generadas (cláusulas de condición/acción), forman la Base de Conocimientos del Sistema. Además de las reglas se diseñaron los cualificadores que le permiten al sistema apoyar su proceso de búsqueda.

Un ejemplo de un cualificador y su regla es el siguiente:

1. El plazo deseado para recuperar su dinero es

- corto
- largo (más de un año)
- de poca importancia



REGLA NUMERO 1

SI

Se desea que la rentabilidad sea conocida previamente

Y El plazo deseado para recuperar su dinero es largo (más de un año)

ENTONCES

Certificados Eléctricos Valorizables:
Probabilidad = 0/10

Y Nuevas Cédulas de Inversión BCH
5 años: Probabilidad = 8/10

Y TER de 24 meses: Probabilidad = 5/10

Y TER de 12 meses: Probabilidad = 2/10

Y CDT Corfivalle 90 días:
Probabilidad = 0/10

Y CDT C.F. Suramericana 90 días:
Probabilidad = 0/10

Y Bonos Cartón de Colombia:
Probabilidad = 8/10

Y Certificados de Cambio:
Probabilidad = 0/10

Y CERT: Probabilidad = 6/10

Y Acciones Bavaria: Probabilidad = 5/10

Y Acciones Fabricato: Probabilidad = 5/10

El sistema tiene la capacidad de utilizar su conocimiento para explicar por qué las preguntas están siendo formuladas y para justificar las conclusiones, una vez éstas son alcanzadas.

5.2 Diseño del Sistema de Información Financiera

Para la conformación de la Base de Datos Financieros, se tomó como referencia la información suministrada por la Bolsa de Valores de Bogotá en el "Boletín Trimestral" de septiembre de 1988.

De acuerdo con la literatura disponible de análisis financiero y con la información recolectada de las empresas afiliadas a la bolsa, se seleccionaron los indicadores financieros a aplicar en la evaluación de cada una.

El proceso utilizado para la evaluación de cada razón es el siguiente:

Se hace el cálculo de todas las razones financieras para las empresas industriales y comerciales lo mismo que para los bancos y corporaciones financieras, que fueron los dos grupos identificados. Es importante mencionar que se tomó una muestra de 18 empresas representativas del sector industrial y comercial, y una muestra de 23 bancos y corporaciones financieras.

Se procede a calcular el promedio de cada razón (promedio de la industria) y se hace una evaluación de cada una con respecto a ese promedio.

Como procedimiento innovador, según sugerencia del experto consultado, para evaluar las razones se halla la desviación estándar de cada una. Se califica cada razón de cada empresa, según el número de desviaciones estándar a que se encuentre del promedio así:

RANGO	DESVIACIONES	CALIFICACION
$ R_i - P_i \leq$	S	9
$ R_i - P_i \leq$	2S	7
$ R_i - P_i >$	3S	5

Ri: Razón financiera
 Pi: Promedio de la Razón Ri
 S: Desviación estándar.

mendación acerca de la(s) alternativa(s) de inversión factible en orden de importancia.

La calificación se da en una escala de 1 a 10 puntos.

El sistema provee de la opción para imprimir los resultados.

Partiendo del supuesto de que cada razón tiene el mismo peso para la evaluación de una empresa, se procede a hallar el promedio de las calificaciones obtenidas para así tener una calificación global de la empresa.

Este sistema debe estarse actualizando en la medida en que se requiera que tenga en cuenta más alternativas en su operación. Dicha labor la debe realizar el experto apoyado por el ingeniero del conocimiento.

Todo este proceso descrito es realizado por el Sistema de Información Financiera, cuyo *software* fue diseñado y desarrollado para este propósito utilizando el programa de base de datos dBASE III PLUS (*).

El sistema también tiene la posibilidad de enriquecerse en cuanto al número de reglas. Estas nuevas reglas deben salir del estudio conjunto de un experto o grupo de expertos y un ingeniero del conocimiento. En la medida en que el sistema crezca, dejará de ser un prototipo para convertirse en un verdadero sistema experto, producto de la interacción del conocimiento aportado por varios expertos en el área.

En la figura 3 se puede observar el diagrama de estructura del Sistema de Información Financiera.

Al final se puede observar un ejemplo de una consulta al Sistema Experto.

6. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA EXPERTO

En la figura 4 se puede observar el Modelo Funcional del Sistema para su etapa de implementación.

El siguiente paso, consiste en entrar al módulo del Sistema de Información Financiera, en el cual se puede obtener una evaluación financiera de las empresas.

El sistema puede correr en un microcomputador compatible con el IBM (**), PC ó AT con 640 Kb de memoria.

La justificación de la existencia de este módulo y la evaluación posterior que hace de las empresas incluidas en él, radica en el hecho de que el *shell* utilizado no es lo suficientemente versátil para trabajar con la información numérica (base de datos), la cual es de vital importancia para la generación de reglas y para la consulta adicional de información concerniente a las al-

El estar montado en un sistema con disco duro lo hace más amigable debido a que se utiliza una interfase sencilla para el usuario.

Primero se debe correr el módulo del sistema experto (*Shell*), el cual, aplicando los mecanismos de inferencia sobre las reglas llega a una reco-

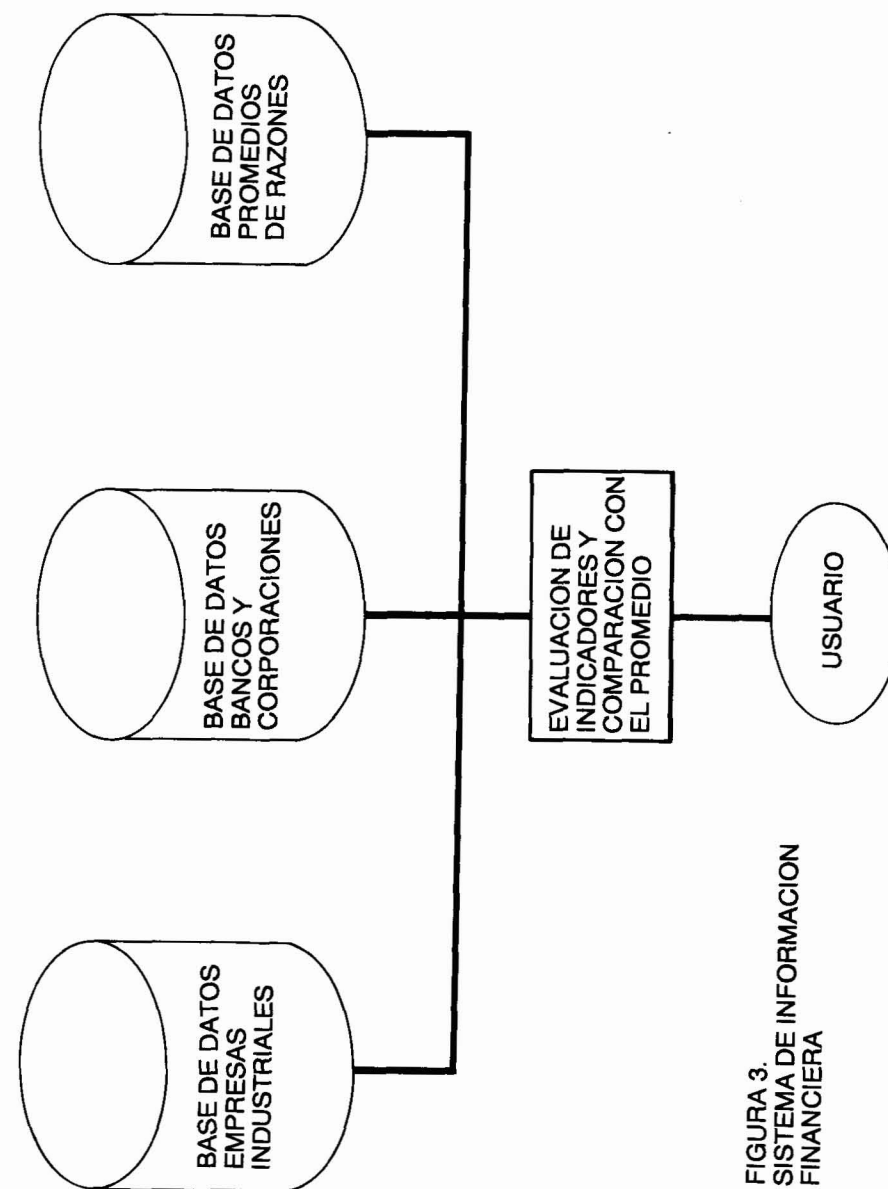
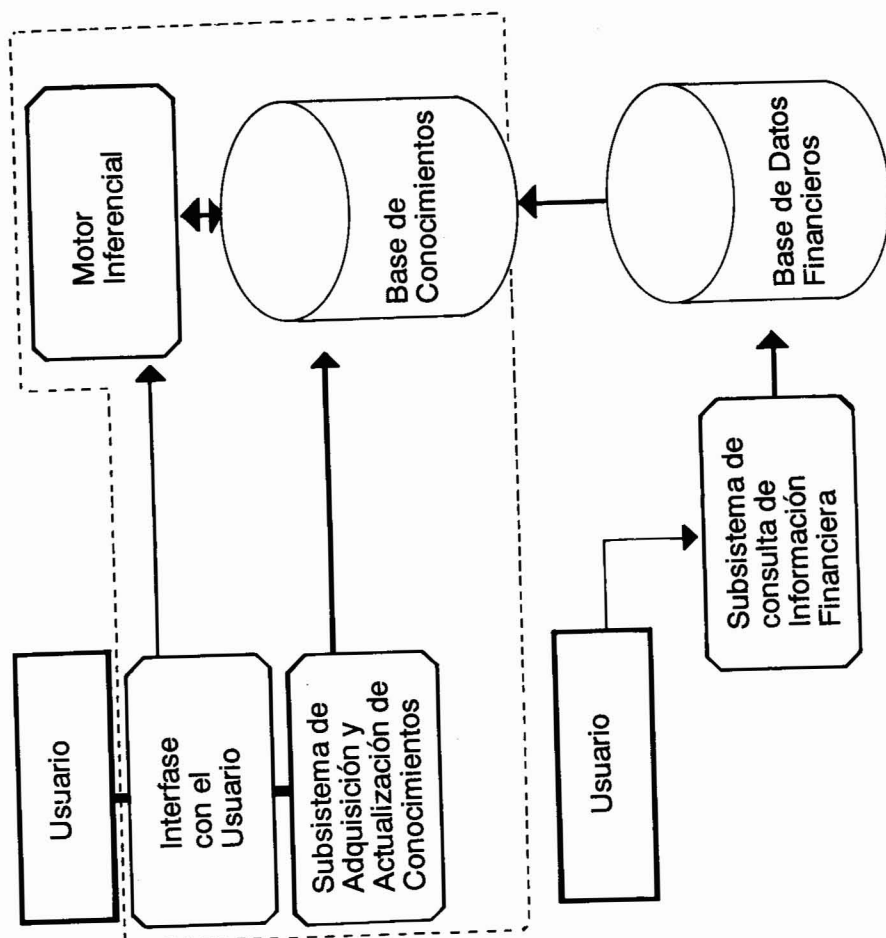


FIGURA 3.
 SISTEMA DE INFORMACION FINANCIERA

(*) dBASE III PLUS es una marca registrada de Ashton - Tate.

(**) IBM es una marca registrada de International Business Machines Corporation.

SHELL
FIGURA 4



ternativas seleccionadas por el prototipo.

La información contenida en la base de datos podría ser actualizada cada 3 meses (tiempo en que las bolsas de valores emiten nuevos boletines de los estados financieros de las empresas afiliadas).

El procedimiento de operación de este módulo es muy sencillo pues se guía al usuario a través de menús. Al final se muestran algunos de estos menús.

Después de la consulta al sistema experto, en este módulo se imprime la evaluación global de las empresas, obteniéndose así una recomendación adicional sobre las alternativas seleccionadas previamente por el sistema.

7. CONCLUSIONES

Se ha podido demostrar entonces que en ciertas áreas es factible implementar sistemas expertos, teniendo esto como ventaja la posibilidad de compartir recursos de una forma más económica y en el momento y lugar en que se requieran.

Una ventaja de consultar a sistemas expertos es que éstos no se ven influenciados por la carga de trabajo o por la actitud del usuario hacia ellos, tal como puede suceder con un experto humano, siendo esto un factor que hace al sistema lo más efectivo y preciso posible.

Todo esto último es posible si se tiene en cuenta que la fuente principal en la resolución de problemas reside en la base de conocimientos del sistema, más que en el poder del aparato deductivo usado.

Una de las desventajas que pueden presentar las herramientas utilizadas es la comunicación con el usuario. Actualmente los programas disponibles están en inglés, y el sistema de comu-

nicación entre éstos y el usuario no es muy amigable, siendo esto un obstáculo para que se dé una real utilización de los sistemas por parte de cualquier persona, obligando casi a que los usuarios directos tengan que poseer cierto grado de pericia para su manejo.

Una solución a esto es el motivar hacia el desarrollo de nuestras propias herramientas para la implementación de sistemas expertos de acuerdo con las necesidades específicas del medio. Actualmente se está mejorando el primer subsistema con la implementación de una versión en PROLOG.

En el caso del prototipo desarrollado, éste puede ser el inicio para la construcción de un complejo sistema consultor en la medida en que se destinen más recursos, tales como la participación de varios expertos en el área, y que el proyecto sea respaldado por una empresa cuyo objetivo sea el utilizarlo para una aplicación efectiva en el medio.

Para fomentar el desarrollo de sistemas expertos en la industria, las personas deben empezar a cuestionarse "¿Cómo puedo transferir la experiencia mía, de mi departamento, de mi compañía a algún programa de computador? ¿Cómo lo puedo obtener? ¿Cómo puede él entender y acumular conocimiento adicional, de tal manera que no se vuelva obsoleto?" (8).

Es una realidad que el uso generalizado de la inteligencia artificial nos ayudará a resolver los problemas más comunes; además, será una herramienta de desarrollo y progreso.

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- (12) Abadía, José Antonio. *Inteligencia Artificial*. Publicaciones ICESI. Cali, 20:11-15, Jul-Sept. 1986
- (35) Bolsa de Bogotá. Boletín Trimestral N° 16, Jul-Sep. 1988. Compa-

- ñas Inscritas en la Bolsa de Bogotá. Diciembre de 1989
- (36) Banco de Occidente. *La Banca en Colombia. 1982 - 1986*. Cali
- (37) Contraloría General de la República. *Economía Colombiana, Revista Perfil de Coyuntura Económica*, Separata. Abril 1989, N° 5.
- (34) Corredores Asociados. *Manual para el cálculo de rentabilidades*. Presencia. Bogotá, Colombia.
- (41) _____ INDICE VALLEJO. Informe Económico Mensual. Junio 1988, N° 239
- (5) Cuadernos CDTI. *Sistemas expertos: Consideraciones teóricas y sugerencias de uso*. Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial. Ministerio de Industria y Energía. España
- (19) D'Ambrosio, Bruce. *Expert Systems, Myth or reality?* Byte, The Small Systems Journal. Jan 1985, Vol. 10 N° 1 U.S.A.
- (33) *El Espectador*. "Glosario de términos bursátiles". Bogotá, Colombia
- (32) *El País*. "El verdadero experto". Cali, mayo 27 de 1987
- (30) _____ "Robótica, una puerta al futuro". Cali, junio 10 de 1987. Pág. B2
- (24) _____ "Cómo trabajan los sistemas expertos". Cali, mayo 27 de 1987
- (28) ESIE., Expert System Shell
Lightwave Consultants. Disk N° 398, agosto 1985. Florida, U.S.A.
- (38) Estrategia Económica y Financiera. Control Monetario. N° 119. Marzo de 1988
- (39) _____ Estado y Perspectivas de la Economía 1988. Octubre 1988. N° 126.
- (40) _____ El Semestre Bancario. N° 116. Noviembre de 1987
- (42) _____ Guía del Inversionista. Marzo de 1989
- (3) Fischler, Martin A.; Firschein, Oscar *Intelligence: The eye, the brain and the computer* Addison - Wesley Publishing Co. U.S.A., abril 1987
- Frosini, Vittorio. *Informática y Derecho*. Temis S.A. Bogotá, Colombia 1988
- (20) Genovés, Santiago. *Cerebro, evolución, inteligencia, ciencia e intuición*. Ciencia y Desarrollo. Jul-Agos. 1987 N° 21
- (22) Guerrero, María Fernanda. *Inteligencia artificial aplicada al derecho*. Revista Uno y Cero N° 30. Feb-Mar 1989. Legis
- (8) Guzmán Arenas, Adolfo. *Applied artificial intelligence: An emerging technology of widespread use*. Revista de la Academia Nacional de Ingeniería. México, 2 (4) 289-315 Diciembre 1983
- (6) Hamon, Paul and David King. *Expert systems, AI in business* U.S.A.
- (2) Herrera, Rosario. *El Hombre: Unidad o Dualidad?* El Espectador, Pág. 2B. Agosto 2 de 1987, Bogotá.
- (13) Hofstadter, Douglas R. *Las mil delicias del Lisp, lenguaje favorito en inteligencia artificial*. Investigación y Ciencia 79. Abril 1983. Barcelona, España
- (17) _____ Recursividad retozonamente en Lisp, lenguaje de la inteligencia artificial. Investigación y Ciencia 80. Mayo 1983, Barcelona. España.
- Kowalski, Robert *La inteligencia artificial en la ingeniería del software Datasistemas*, Ene-Feb. 1986 N° 7
- (16) Lara Guitard, Alfredo. *[Inteligencia artificial]* Revista Uno y Cero N° 22, Oct-Nov. 1987. Legis
- (15) Lenat, Douglas B. *[Programación de Sistemas Inteligentes.]* Investigación y Ciencia 98. Nov. 1984. Barcelona, España
- (23) Lynn Kasthe, Diane. *[¿Qué es un sistema experto?]* El Espectador. Bogotá, Sept. 7 de 1987
- (4) Mc Kean, Kevin. *Teorías acerca de la inteligencia*. Facetas N° 74.4/1986, Pág. 69. U.S. Information Agency. Washington D.C.
- (29) Mehta, D.D. and Fan, L.T. *[Knowledge-Bases Systems for process synthesis]* World Congress III of Chemical Engineering. Tokyo, 1986
- (21) Myers, Edith. *Sistemas expertos en micros*. Datasistemas, Ene - Feb. 1986 N° 7
- (43) López, Juan C. *Prototipo de un sistema experto en el área financiera utilizando técnicas de inteligencia artificial*. Univalle. Tesis. 1989.
- (9) Nofel, Peter J. *Inteligencia artificial: No hay nada artificial*. Oficina & Tecnología, Pág. 44. Jun-Jul. 1986
- (18) Ojeda Ch, Luis Robert. *Prolog, lenguaje para inteligencia artificial* Revista Uno y Cero 29: 38-40, 30: 38-41, 1989
- (26) Reporter Industrial. *Sistema experto para usar en la planta*. Vol. 56 N° 2 Feb-Mar. 1988. Keller International Publishing Co. Great Neck, N.Y. U.S.A.
- (14) Revista Hombre de Mundo. *Inteligencia artificial* 90: Junio 1986. Panamá
- (11) Rueda Garcés, Pedro Nel. *La inteligencia no humana de índole mecánica*. Corporación Universitaria Autónoma de Bucaramanga - Bucaramanga, Vol. 4 N° 5, 1986
- (1) Schildt, Herbert. *Utilización de C en inteligencia artificial* Mc Graw - Hill. España 1985
- (7) Schank, Roger C. *El reto de la inteligencia artificial. Perspectivas Económicas*, Washington 49/1985. U.S.A.
- (25) Schoen, Sy. *Ventajas, desventajas y riesgos de la inteligencia artificial*. Oficina Eficiente. Feb. - Mar. 1989. Carvajal
- (27) Uno y Cero. *Sistemas Expertos, Mito y realidad* N° 20 Jun.-Jul. 1987. Legis
- (10) Waltz, David L. *Inteligencia artificial. Investigación y Ciencia* 75: Diciembre 1982. Barcelona, España
- (31) Weston, J.F., Brigham E.F. *Fundamentos de administración financiera*. Interamericana. México, D.F. 1985. México.